

安徽省十二五规划教材 / 安徽省精品资源共享课程教材

遥感原理与应用实验教程

YAOGAN YUANLI YU YINGYONG
SHIYAN JIAOCHENG

方 刚 编著



合肥工业大学出版社

· 安徽省十二五规划教材/安徽省精品资源共享课程教材

遥感原理与应用 实验教程

方 刚 编 著

合肥工业大学出版社

内容简介

《遥感原理与应用实验教程》是作者整合多年的教学与科研资源,在了解和掌握应用型本科院校地学相关专业学生特点的基础上,根据最新版本的 ENVI 5.0 软件编写而成。主要内容包
括:ENVI 简介、安装和菜单功能,ENVI 入门基本操作,注记与网格的基本操作,影像裁剪、旋
转、图层叠加和掩膜,影像几何配准,影像镶嵌,影像融合,影像分类和遥感制图等。

本教程可作为应用型本科院校遥感科学与技术、地理信息科学、测绘工程、地质工程、自
然地理与资源环境、地理科学、土地资源管理、人文地理与城乡规划、工程测量与监理等地学
相关专业《遥感原理与应用》课程的配套实验教材,也可作为遥感爱好者学习 ENVI 遥感图
像处理软件的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

遥感原理与应用实验教程/方刚编著. —合肥:合肥工业大学出版社,2014.1

ISBN 978-7-5650-1604-2

I. ①遥… II. ①方… III. ①遥感技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TP7-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 279868 号

遥感原理与应用实验教程

方 刚 编著

责任编辑 郑 洁 石金桃

出 版 合肥工业大学出版社

地 址 合肥市屯溪路 193 号

邮 编 230009

电 话 总 编 室:0551-62903038

市场营销部:0551-62903198

网 址 www.hfutpress.com.cn

E-mail hfutpress@163.com

版 次 2014 年 1 月第 1 版

印 次 2014 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 9.75

字 数 243 千字

印 刷 合肥学苑印务有限公司

发 行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-1604-2

定价:26.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。



前 言

“遥感原理与应用”是一门集理论与实践于一体的课程,具有很强的系统性和前瞻性,市场上与其配套的实验教材很少。《遥感原理与应用实验教程》是作者整合多年的教学与科研资源,在了解和掌握应用型本科院校地学相关专业学生特点的基础上,根据最新版本的 ENVI 5.0 软件编写而成。

本教程通过对大量应用实例进行演示操作,呈现出以下几个特点:(1)内容较全面;(2)有较强的针对性;(3)有较强的实用性;(4)可操作性较强。

本教程在编写过程中查阅了大量文献资料,引用了同类书刊中部分内容,使用了 ENVI 软件自带数据(数据由“Exelis Visual Information Solutions, Inc.”提供)、Esri 中国信息技术有限公司遥感培训班提供的免费数据和国际科学数据服务平台免费下载的数据,多次得到了 Esri 中国信息技术有限公司陈秋锦女士、邓书斌先生、徐恩惠女士的帮助和指导,得到了安徽省质量工程项目(20101069、20101081)、安徽省测绘信息实验示范中心(教高[2008]4)、安徽省教育厅重点教研项目(2012jyxm541)、安徽省精品资源共享课程(2013gxxk097)、安徽省十二五规划教材(2013ghjc285)、宿州学院精品课程(szyjpkc201101)以及自然灾害过程与防控研究安徽省重点实验室开放基金项目(ZH201307)的资助。在此向 Exelis Visual Information Solutions, Inc.、Esri 中国信息技术有限公司和国际科学数据服务平台等相关单位以及陈秋锦女士、邓书斌先生、徐恩惠女士和文献作者表示衷心的感谢!此外,书稿在编写过程中也得到了蔡之让教授、张生教授、黄淑玲教授、付金沐副教授、赵强工程师、陈丽女士的关心和帮助,在此一并表示感谢!

由于作者水平有限、时间比较仓促,书中难免存在不妥之处,恳请广大读者批评指正!

宿州学院 方 刚

2013 年 10 月 20 日



目 录

前言	(1)
实验一 ENVI 简介、安装和菜单功能	(1)
一、ENVI 简介	(1)
二、ENVI 5.0 的安装	(3)
三、熟悉 ENVI 菜单功能	(8)
思考与练习	(15)
实验二 ENVI 入门基本操作	(16)
一、加载一幅灰阶图像	(16)
二、熟悉窗口	(18)
三、显示一幅彩色合成影像	(21)
四、对比度拉伸	(23)
五、直方图匹配	(25)
六、颜色表	(26)
七、动画循环显示	(27)
八、动态链接	(27)
九、坐标信息的查看	(28)
十、像素定位器的使用	(28)
十一、密度分割	(29)
十二、矢量叠加	(30)
十三、剖面线的显示	(31)
十四、感兴趣区的建立	(32)
思考与练习	(35)
实验三 注记与网格的基本操作	(36)
一、注 记	(36)
二、网 格	(45)
思考与练习	(48)



实验四 影像裁剪、旋转、图层叠加和掩膜	(49)
一、影像裁剪	(49)
二、影像旋转	(58)
三、层的叠加	(60)
四、掩膜	(61)
思考与练习	(62)
实验五 影像几何配准	(63)
一、影像到影像的配准	(64)
二、影像到地图的配准	(68)
三、自动配准	(77)
思考与练习	(81)
实验六 影像镶嵌	(82)
一、基于像素的镶嵌	(82)
二、基于地理坐标的镶嵌	(86)
思考与练习	(89)
实验七 影像融合	(90)
一、自动融合	(91)
二、半自动融合	(100)
三、手动融合	(102)
思考与练习	(106)
实验八 影像分类	(107)
一、非监督分类	(107)
二、监督分类	(112)
三、分类结果精度评价	(127)
四、分类后处理	(129)
思考与练习	(140)
实验九 遥感制图	(141)
一、加载并显示影像	(141)
二、生成快速制图模板	(141)
三、输出制图结果	(144)
思考与练习	(146)
参考文献	(147)



实验一 ENVI 简介、安装和菜单功能

实验目的

通过本次实验,让第一次使用 ENVI 遥感软件的实验者了解 ENVI 和熟悉 ENVI,学会安装 ENVI 5.0 及以上版本,并且熟悉 ENVI 5.0 图形界面、ENVI 软件的打开与关闭以及菜单主要功能。

实验内容

- (1)ENVI 简介;
- (2)安装 ENVI 5.0;
- (3)熟悉 ENVI 5.0 菜单功能。

安装软件和许可

安装文件 envi50splwin64_setup.exe 或 envi50splwin32_setup.exe,安装许可文件 envi50spl_license.lic。

实验步骤

一、ENVI 简介

ENVI(The Environment for Visualizing Images)是美国 Exelis Visual Information Solutions, Inc. 的产品,是由遥感领域的科学家采用交互式数据语言 IDL(Interactive Data Language)开发的一套功能强大的遥感图像处理软件。ENVI 软件处理技术覆盖了遥感图像数据的输入/输出、定标、几何校正、正射校正、图像融合、图像镶嵌、图像裁剪、图像增强、图像解译、图像分类、基于知识的决策树分类、面向对象图像分类、动态监测、矢量处理、DEM 提取、地形分析、雷达数据处理、制图、二维场景构建以及与 GIS 的整合,提供了专业可靠的波谱分析工具和高光谱分析工具。ENVI 应用领域包括:环境保护、气象、石油矿产勘探、农业、林业、医学、国防及安全、地球科学、公用设施管理、遥感工程、水利、海洋、测绘勘察

以及城市与区域规划等。

ENVI 软件是以模块化的方式提供给用户的,对于系统的扩展功能采用开放的体系结构,以 ENVI RT、ENVI+IDL 的形式为用户提供了两种环境的产品架构。其可扩充模块包括:

(1) 大气校正模块 (Atmospheric Correction)

大气校正模块校正由大气气溶胶等引起的散射和由于漫反射引起的邻域效应,消除大气和光照等因素对地物反射的影响,获得地物反射率、辐射率和地表温度等真实物理模型参数,同时可以进行卷云和不透明云层的分类。

(2) 立体像对高程提取模块 (DEM Extraction)

立体像对高程提取模块可以从卫星影像或航空影像的立体像对中快速获得 DEM 数据,同时还可以交互量测特征地物的高度或者收集 3D 特征并导出 3D Shapefile 格式的文件。

(3) 面向对象空间特征提取模块 (ENVI FX)

面向对象空间特征提取模块,根据影像空间和光谱特征,从高分辨率全色或者多光谱数据中提取特征信息。其包含了一个人性化的操作平台、常用图像处理工具、流程化图像分析工具、面向对象特征提取工具 (FX) 等。

(4) 正射纠正扩展模块 (Ortho Rectification)

正射纠正扩展模块提供基于传感器物理模型的影像正射校正功能,一次可以完成大区域、若干景影像和多传感器的正射校正,并能以镶嵌结果的方式输出,提供接边线、颜色平衡等工具,采用流程化向导式操作方式。

(5) NITF 图像处理扩展模块 (Certified NITF)

NITF 图像处理扩展模块可提供读写、转化、显示标准 NITF 格式文件等功能。

(6) 高级雷达处理扩展模块 (SARscape)

高级雷达处理扩展模块提供完整的雷达处理功能,包括基本 SAR 数据的数据导入、多视、几何校正、辐射校正、去噪、特征提取等一系列基本处理功能;调焦模块扩展了基础模块的调焦功能,采用经过优化的调焦算法,能够充分利用处理器的性能实现数据快速处理;提供基于 Gamma/Gaussian 分布式模型的滤波核,能够最大限度地去斑噪声,同时保留雷达图像的纹理属性和空间分辨率信息;可生成干涉图像、相干图像、地面断层图。其主要功能包括:SLC 像对交叠判断、多普勒滤波、脉冲调节、干涉图像生成、单列干涉图生成等;对极化 SAR 和极化干涉 SAR 数据的处理;永久散射体模块能用来确定特征地物在地面上产生的毫米级的位移。

ENVI 5.0 于 2012 年 5 月正式发布,ENVI 5.0 采用全新的软件界面,能高效地处理海量数据,快速显示和浏览大数据;新的数据集管理机制能方便地管理地图数据和影像数据;直观的 ENVI 功能菜单和 Toolbox,并兼容现有的 IDL 定制服务;改进的图像处理算法,更多流程化的图像处理工具;改进的面向对象的流程化工具和影像处理工具;更高级的影像配准功能;直接在 Toolbox 中就可以方便地调用 IDL 程序并进行功能扩展;直接使用了 ArcGIS 的坐标投影引擎;Toolbox for ArcGIS 集成更多的工具,如光谱分析、植被分析、波



段运算等。

ENVI 5.0 SP1 于 2012 年 10 月正式发布,该版本包括对更多数据类型的支持(包括 Pleiades、ArcGIS Mosaic Dataset 等)、ArcGIS online 地图服务支持、更高效的数据显示和管理等。



注意:

ENVI 5.0 SP1 安装时需要卸载 ENVI 5.0 版本,用 ENVI 5.0 SP1 安装包重新安装。

二、ENVI 5.0 的安装

根据计算机操作系统配置选择“envi50splwin64_setup.exe”或“envi50splwin32_setup.exe”安装文件。这里以安装“envi50splwin64_setup.exe”为例详细介绍其安装过程。

第一步,双击安装文件名“envi50splwin64_setup.exe”,然后在弹出的界面中单击“是(Y)”按钮,如图 1-1 所示。

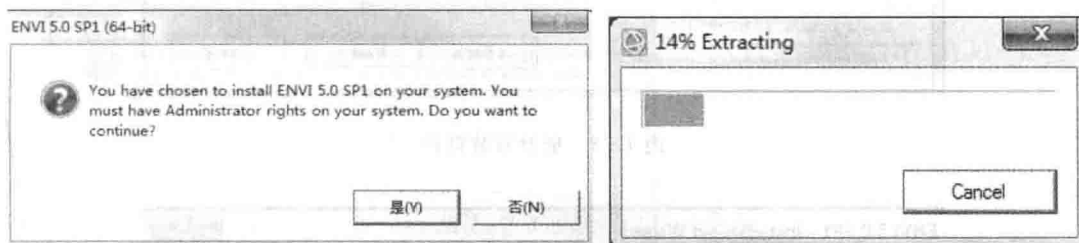


图 1-1 解压安装文件

第二步,单击“Next >”按钮,然后在弹出的界面中选中“I accept the terms of the license agreement”,如图 1-2 所示。

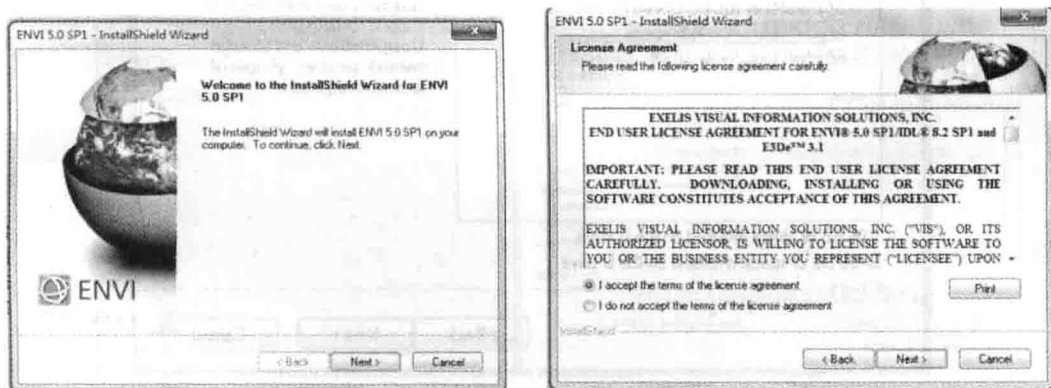


图 1-2 接受安装协议

第三步,单击“Next >”按钮,并在弹出的界面中单击“Browse...”按钮改变安装路径,默认安装路径为 C 盘,这里改为“d:\Program Files\Exelis”,如图 1-3 所示。



第四步,单击“Next >”按钮,在弹出的界面中选中“DataMiner [ODBC Drivers]”和“DICOM Network Services”,如图 1-4 所示。

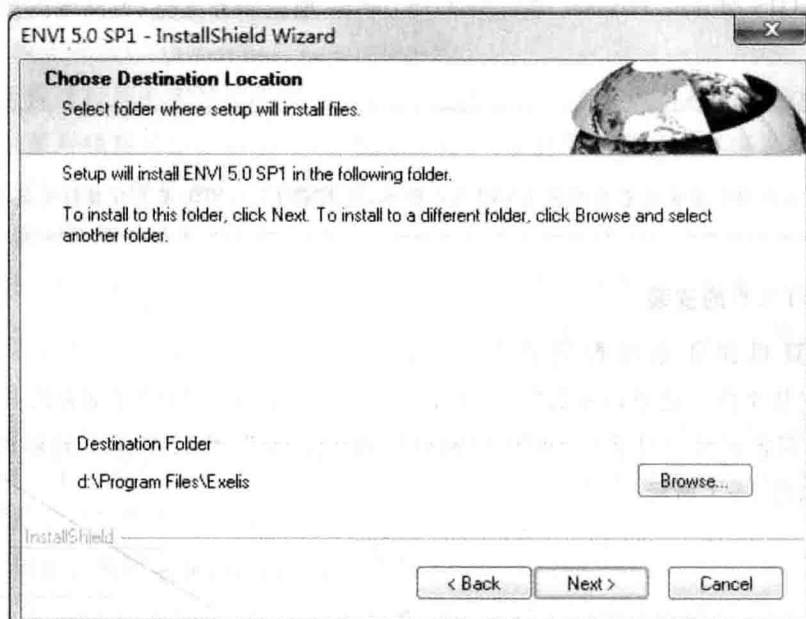


图 1-3 更改安装路径

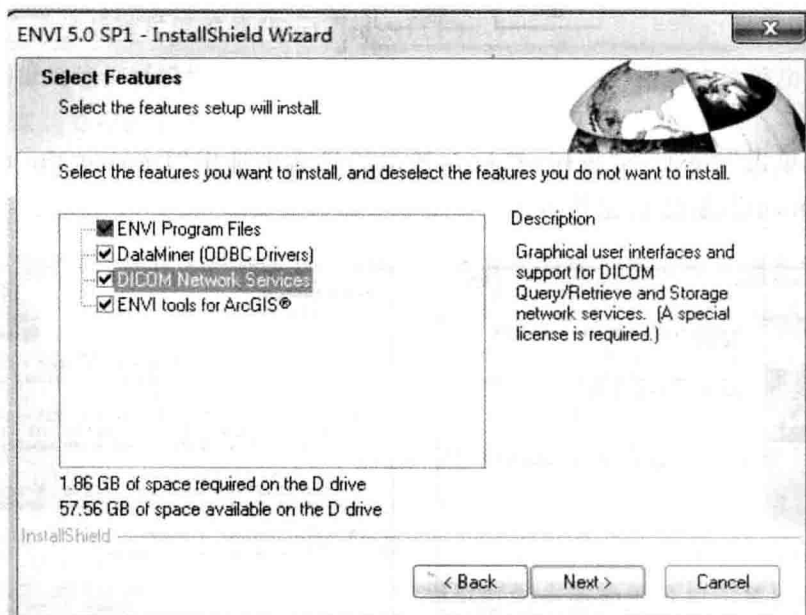


图 1-4 选择安装项目

第五步,单击“Next >”按钮,并在弹出的界面中选中“是(Y)”按钮,等待安装,如图 1-5 所示。

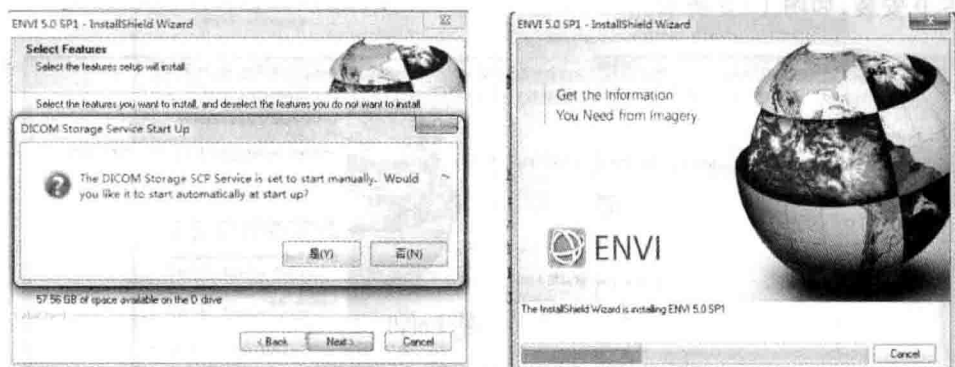


图 1-5 安装进度

第六步,单击“是(Y)”按钮,然后在弹出的界面选中“Install a license you have received”,如图 1-6 所示。

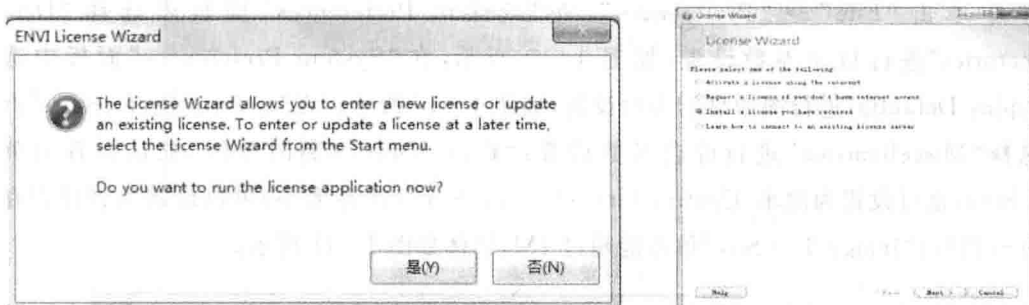


图 1-6 许可文件的安装选择

第七步,单击“Next >”按钮,单击“Browse to import license file...”选项,在弹出的界面中选中安装文件夹下安装许可文件名“envi50sp1_license.lic”,如图 1-7 所示。

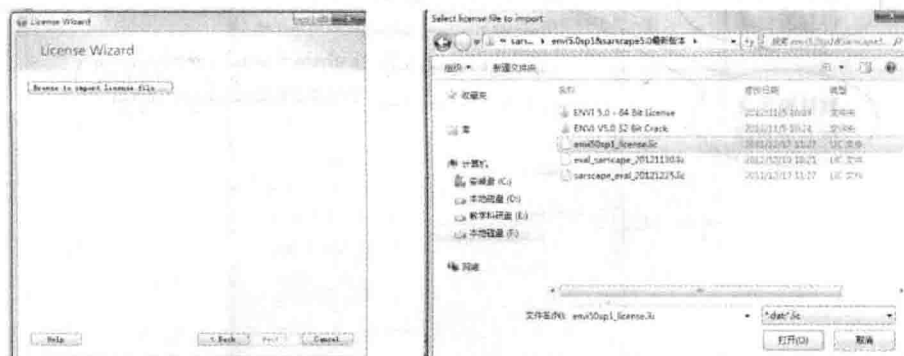


图 1-7 许可文件的安装

第八步,单击“打开(O)”按钮,并在弹出的界面中单击“Finish”按钮,然后在弹出的界面中选中“Yes, I want to restart my computer now”选项,最后再单击“Finish”按钮即完成

ENVI 5.0 安装,如图 1-8 所示。

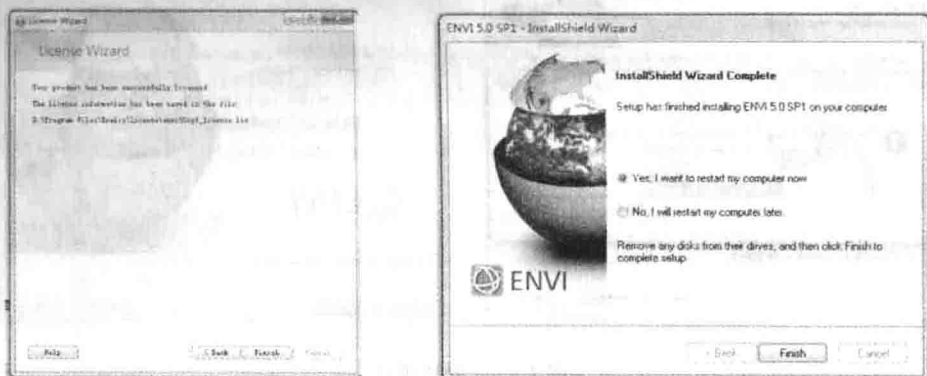


图 1-8 安装完成界面

第九步,ENVI 系统常用参数设置:启动 ENVI 5.0 或者 ENVI Classic(经典模式),在主菜单中单击“File”→“Preferences”,在“System Preferences”面板中选择“Default Directories”进行目录参数设置,如图 1-9 所示,在“System Preferences”面板中选择“Display Defaults”进行图像显示参数设置,如图 1-10 所示。在“System Preferences”面板中选择“Miscellaneous”进行综合参数设置:“Page Units”(制图单位)默认设置为英寸(Inches),也可设置为厘米(Centimeters);“Cache Size”(缓冲大小)可以设置为物理内存的 50%~75%;“Image Tile Size”值不能超过 4M,具体如图 1-11 所示。

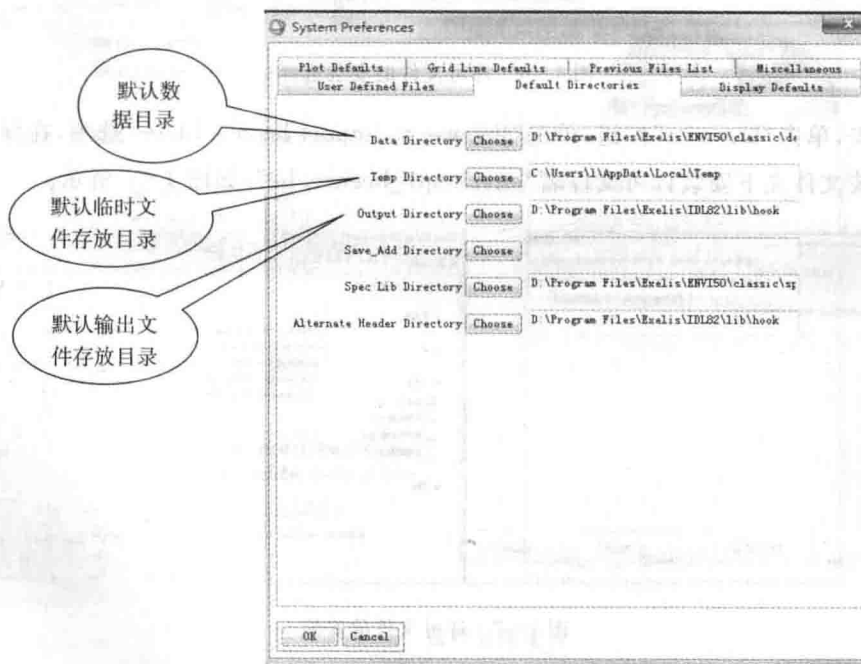


图 1-9 目录参数设置

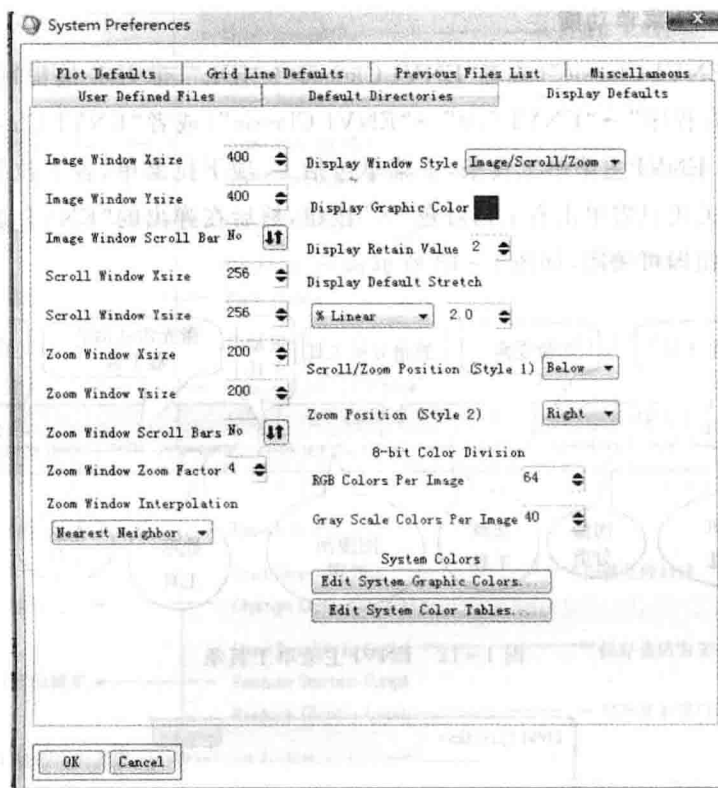


图 1-10 显示参数设置

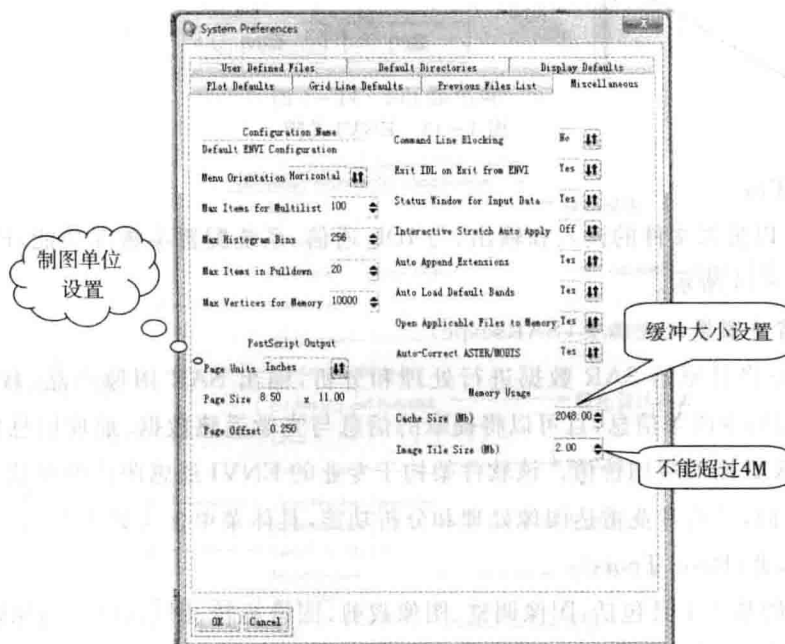


图 1-11 综合参数设置



三、熟悉 ENVI 菜单功能

双击桌面“ENVI Classic”(或者“ENVI Classic + IDL”,带 IDL 编程)图标或者依次单击“开始”→“所有程序”→“ENVI 5.0”→“ENVI Classic”(或者“ENVI Classic + IDL”,带 IDL 编程),得到 ENVI 主菜单工具条,主菜单包括 14 项下拉菜单,各下拉菜单具体含义如图 1-12 所示。关闭只需单击右上角红色“×”按钮,然后在弹出的“ENVI Question”面板中单击“是(Y)”按钮即可关闭,如图 1-13 所示。

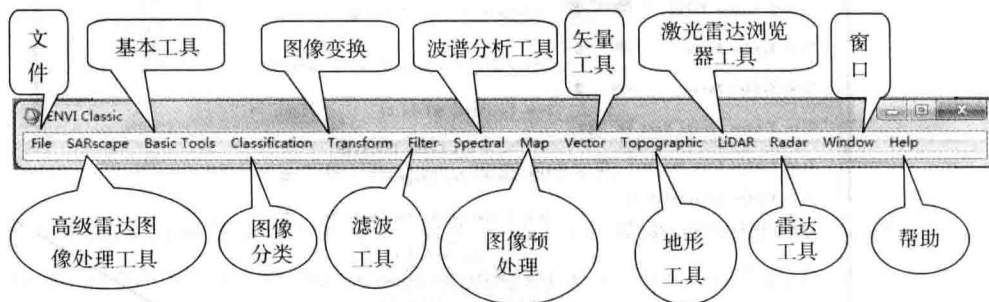


图 1-12 ENVI 主菜单工具条

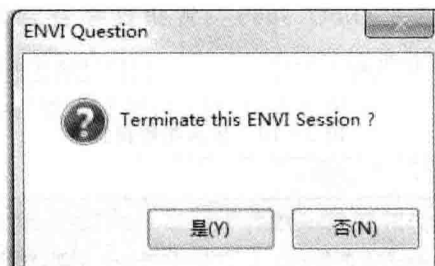


图 1-13 ENVI 关闭

1. 文件(File)

这部分可以提供文件的读入和输出、与 IDL 通信、系统配置参数等功能,File 菜单项具体含义如图 1-14 所示。

2. 高级雷达图像处理工具(SARscape)

SARscape 将对原始 SAR 数据进行处理和分析,输出 SAR 图像产品、数字高程模型(DEM)和地表形变图等信息,且可以将提取的信息与光学遥感数据、地理信息集成在一起,全面提升 SAR 数据的应用价值。该软件架构于专业的 ENVI 遥感图像处理软件之上,提供图形化操作界面,具有专业雷达图像处理和析功能,具体菜单含义如图 1-15 所示。

3. 基本工具(Basic Tools)

ENVI 中的基本工具包括:图像调整、图像裁剪、图像旋转、图层叠加、图像转换、数据拉伸、图像统计/分析、变化检测、量测工具、波段运算、波谱运算、图像分割、感兴趣区、图像镶嵌、图像掩膜等,该下拉菜单具体含义如图 1-16 所示。



图 1-14 File 菜单项



图 1-15 SARscape 菜单项

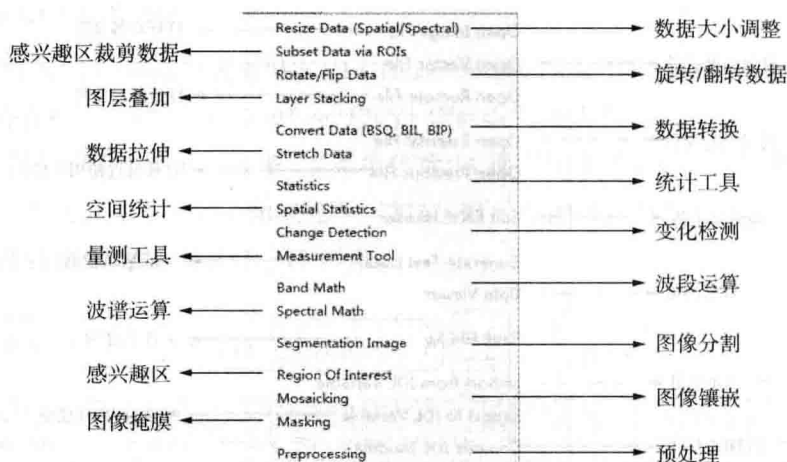


图 1-16 Basic Tools 菜单项

4. 图像分类(Classification)

图像分类模块包括:监督分类、非监督分类、决策树分类、端元波谱收集器、从感兴趣区建立分类图像、分类后处理等功能,该下拉菜单具体含义如图 1-17 所示。

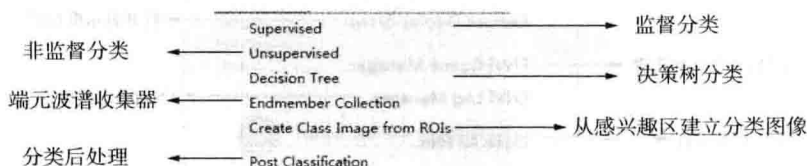


图 1-17 Classification 菜单项

5. 图像变换(Transform)

图像变换模块包括:图像融合、波段比值、主成分分析、最小噪声分离变换、彩色空间变换、去相关拉伸、彩色拉伸、饱和度拉伸、合成彩色图像、归一化植被指数和缨帽变换等,该下拉菜单具体含义如图 1-18 所示。

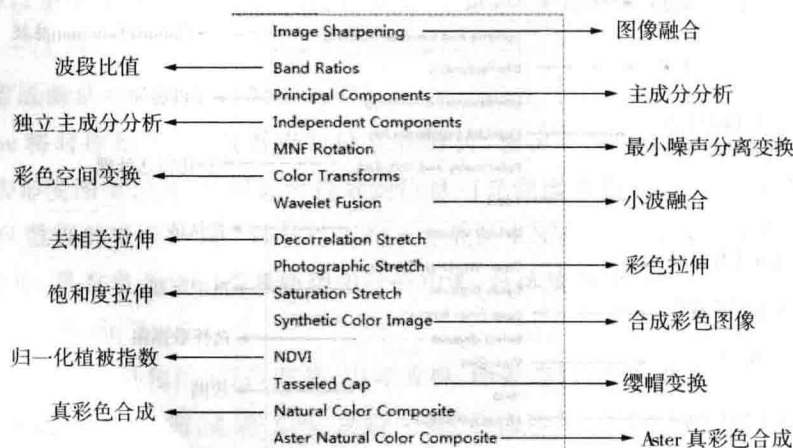


图 1-18 Transform 菜单项



6. 滤波工具(Filter)

滤波工具包括:卷积与形态学滤波、纹理分析、自适应滤波及傅里叶变换等,该下拉菜单具体含义如图 1-19 所示。

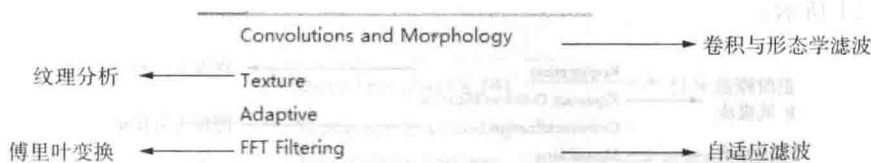


图 1-19 Filter 菜单项

7. 波谱分析工具(Spectral)

波谱分析工具包括:流程化图像处理工具、目标探测向导、波谱库的建立、波谱切割、最小噪声分离变换、像元纯净指数、n-维可视化、制图方法、植被分析、植被抑制、波谱沙漏向导、波谱分析、波谱重采样、波谱端元的判断、波谱制图、匹配滤波、包络线去除、波谱特征拟合、目标识别与探测、PC 图像融合、EFFORT 波谱打磨、大气校正、建立 3D 立方体、预处理等,该下拉菜单具体含义如图 1-20 所示。

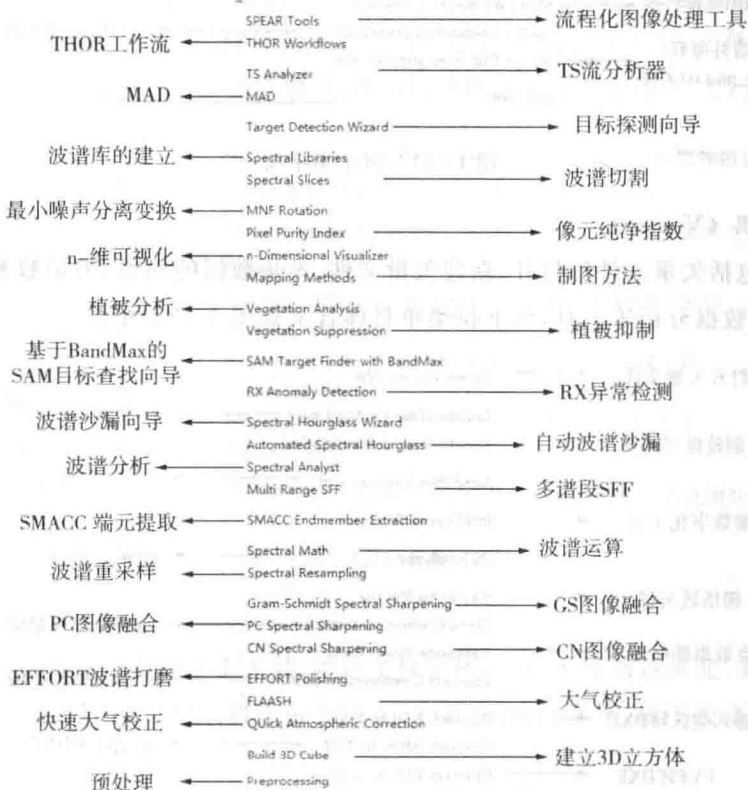


图 1-20 Spectral 菜单项